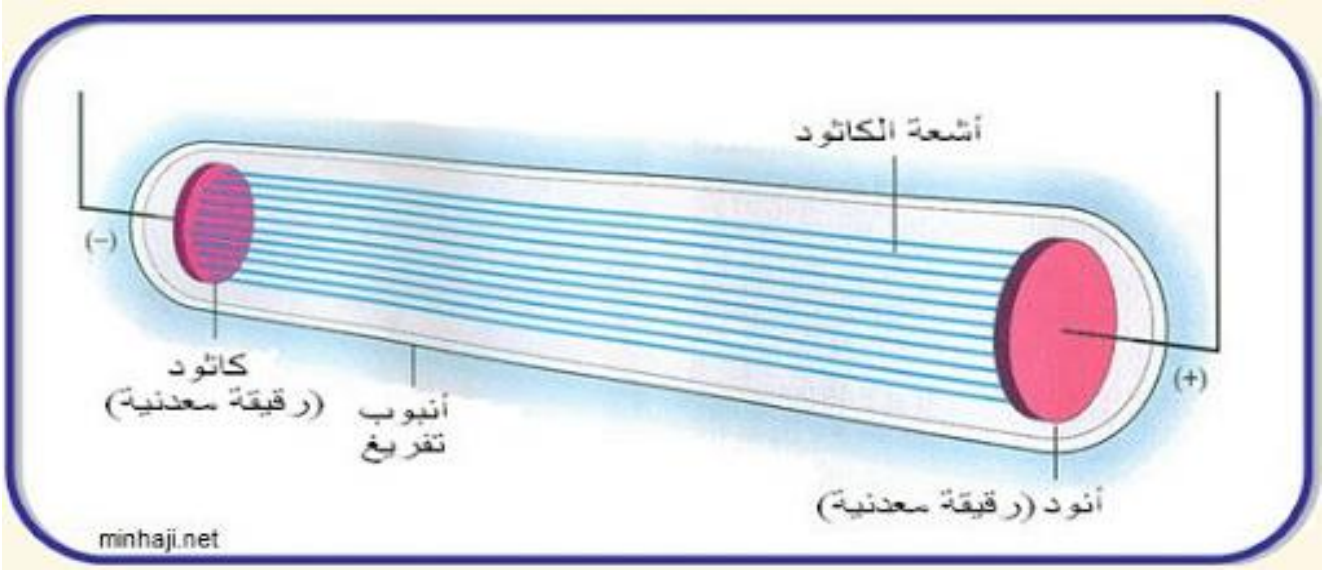
أشعة المهبط :

في أواخر القرن التاسع عشر , حاول العلماء إجراء دراسات لمعرفة هل بإمكانية التيار الكهربائي القدرة على المرور عبر أنبوبة مفرغة من الهواء وتحتوي على ضغط منخفض من الغاز الخامل باستخدام أنبوبة اللتفريغ الغازي كما في الشكل .



تحتوي الأنبوبة في نهايتيها على صفيحتي معدنيتين يطلق على أحدهما بالمهبط وتحتوي على فتيل من التنجستين ويوصل بالطرف السالب لمصدر جهد عالي بينما الصفيحة الأخرى تتصل بالطرف الموجب لمصدر الجهد العالي.

عند إغلاق الدائرة الكهربائية تكون بقعة ضوئية على سطح المصعد وكأنها امتدادات لأشعة ساقطة من المهبط أي أن مصدرها المهبط أطلق عليها فيما بعد بإسم (أشعة المهبط) . حاول العلماء معرفة ماهية هذه الأشعة وكان الإعتقاد السائد على أنها فوتونات تشبه فوتونات الضوء وبعد إجراء العديد من التجارب على هذه الأشعة تمكن العلماء من معرفة خصائص هذه الأشعة وكانت كما يلي :

● **خصائص أشعة المهبط :**

- تسير في خطوط مستقيمة ومتوازية .
- لها خاصية جسيمية (تحمل كتلة)
- تحمل طاقة حركة وكمية تحرك .
- تحمل شحنة كهربائية وذلك لأنهما تتأثر بالمجالات الكهربائية والمغناطيسية .

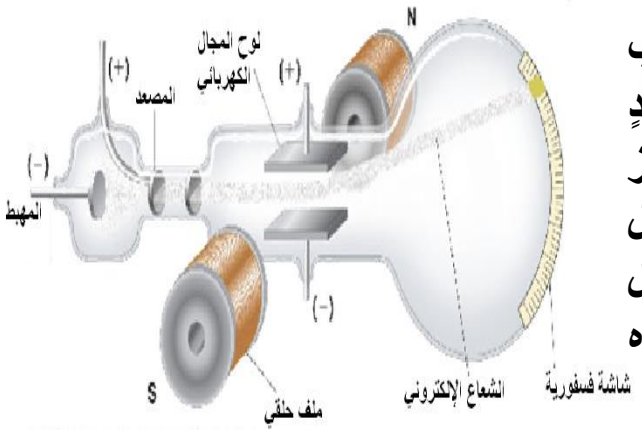
ومنها تيقن العلماء أن أشعة المهبط ليست فوتونات وذلك لأن الفوتونات لا تحمل كتلة وليست مشحونة , أطلق عليها فيما بعد بإسم الإلكترونات .

عندها بدأت التجارب في معرفة وتعيين مقدار شحنة هذه الإلكترونات وكتلتها ، إلى أن استطاع العالم تومسون في عام **1897م** من تقدير قيمة الشحنة النسبية للإلكترونات أي شحنة الإلكترون بالنسبة لكتلته والتي يرمز لها بالرمز ($\frac{e}{m_e}$) عن طريق تجربة عرفت بإسمه (تجربة تومسون) والتي سنتناولها بالتفصيل فيما يلي .

تجربة تومسون :

الجهاز المستخدم في التجربة :

الشكل المقابل يوضح الجهاز الذي استخدمه تومسون في تجربته لحساب الشحنة النسبية للإلكترون ويسمى (أنبوبة تومسون) ، وهو يشبه إلى حدٍ كبير أنبوبة أشعة المهبط ولكن تومسون قام بعمل تعديل بسيط في الجهاز حيث صنع ثقب في المصعد ليسمح بنفاذ الشعاع الإلكتروني من خلاله ليدخل إلى منطقة تقع خلف المصعد تسمى منطقة المجالين وتحتوي على مجال كهربائي ومجال مغناطيسي متعامدين على بعضهما البعض وعلى اتجاه الشعاع الإلكتروني.

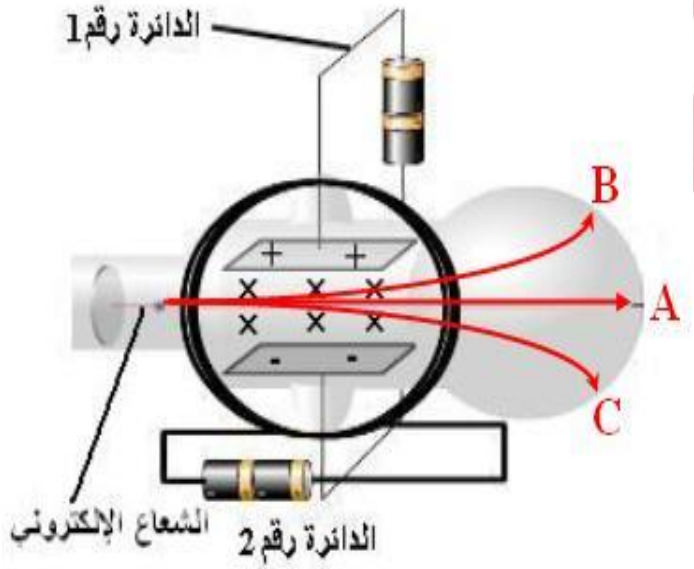


فكرة عمل التجربة :

يحتوي المهبط على فتيل التنجستين ، وعند تشغيل الدوائر الكهربائية في الأنبوبة فإن فتيل التنجستين يسخن تدريجياً وعندما تكون درجة حرارته مرتفعة فإن الإلكترونات الموجودة على سطح المهبط سوف تكتسب طاقة حركة ولأن المصعد (الآنود) يتصل بالطرف الموجب للجهد العالي فإنه سوف يعمل على جذب الإلكترونات إليه وعندها سوف تنطلق الإلكترونات على هيئة شعاع إلكتروني من المهبط إلى المصعد حيث يعمل المصعد على تعجيل الإلكترونات وبالتالي فإنها سوف تصل إلى سطح المصعد بأعلى سرعة ممكنة لها وبسبب وجود الثقب في المصعد فإن الشعاع الإلكتروني سوف ينفذ من خلاله ليدخل إلى منطقة المجالين الكهربائي والمغناطيسي حينها سوف يتأثر الشعاع الإلكتروني بقوتين:

◄ الأولى ، بفعل المجال الكهربائي وتسمى القوة الكهربائية (F_e) ويكون اتجاهها نحو اللوح الموجب

◄ الثانية ، تتكون بفعل المجال المغناطيسي وتسمى القوة المغناطيسية (F_m) ويمكن تحديد اتجاهها باستخدام قاعدة اليد اليسرى لفليمنج والتي تنص على أن ((عند وضع الإبهام والسبابة والوسطى متعامدة على بعضها البعض فإن الإبهام يشير إلى اتجاه حركة الإلكترون والسبابة إلى اتجاه المجال المغناطيسي والوسطى إلى اتجاه القوة المغناطيسية)) .



وبالتالي فإنه عند دخول الشعاع الإلكتروني إلى منطقة المجالين فإن كل من القوتين سوف تعمل على جعل الشعاع ينحرف باتجاهها كما في الشكل المقابل ، فإذا انحرف الشعاع باتجاه المسار B فهذا يعني أن القوة الكهربائية أكبر من القوة المغناطيسية لأنه انحرف باتجاهها أما إذا اتخذ المسار C فهذا يعني أن القوة المغناطيسية أكبر من القوة الكهربائي لأن اتجاه القوة المغناطيسية للأسفل (باستخدام قاعدة اليد اليسرى لفليمنج) أما إذا اتخذ الشعاع المسار A فهذا يعني أن القوتين متعاكستين في الاتجاه ومتساويتين في المقدار فإن الشعاع الإلكتروني سوف يصبح في حالة اتزان وعندها وبمساواة القوتين مع بعضهما البعض نستطيع إيجاد مقدار الشحنة النسبية للإلكترون ($\frac{e}{m_e}$) .

قياس الشحنة النسبية للإلكترون :

- **أولاً / إنطلاق الإلكترون من المهبط إلى المصعد :**

◄ **عند المهبط :**

الإلكترون عن المهبط يمتلك سرعة ابتدائية مقدارها :

$$v_i = 0$$

وبالتالي فإن طاقة حركة الإلكترون الإبتدائية عند المهبط تساوي :

$$KE_i = 0$$

ولكنه في المقابل يمتلك أقصى طاقة وضع كهربائية مقدارها :

$$PE_i = e.V_A$$

حيث أن :

V_A ☜ **جهد المصعد ويساوي فرق الجهد بين المهبط والمصعد .**

e ☜ **شحنة الإلكترون وتساوي** 1.6×10^{-19} **C .**

◄ **عند المصعد :**

كما ذكرنا سابقاً أنه يتم تعجيل الإلكترونات بواسطة المصعد وبالتالي فإن سرعتها تزداد تدريجياً إلى أن تصل إلى سطح المصعد وعندها فإن سرعتها النهائية تكون أكبر ما يمكن ومقدارها :

$$v_f = v_{max}$$

وعندها فإنها سوف تمتلك طاقة حركة نهائية تساوي :

$$KE_f = \frac{1}{2} m_e . v_{max}^2$$

PHYSICS GENIUS

وعندها أيضاً تصبح طاقة الوضع الكهربائية النهائية تساوي صفراً :

$$PE_f = 0$$

● ثانياً / تطبيق مبدأ حفظ الطاقة على حركة الإلكترون من المهبط إلى المصعد :

ينص مبدأ حفظ الطاقة على أن :

سالب التغير في طاقة الوضع الكهربائية = التغير في طاقة الحركة

$$\Delta KE = -\Delta PE$$

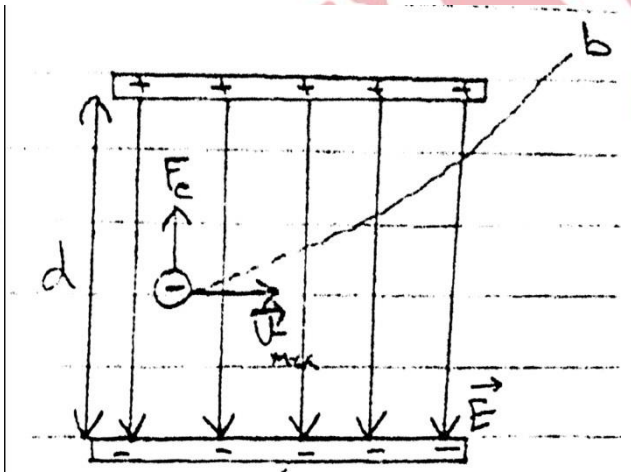
$$KE_f - KE_i = -(PE_f - PE_i)$$

$$\frac{1}{2}m_e.v_{max}^2 - 0 = -(0 - e.V_A)$$

$$\frac{1}{2}m_e.v_{max}^2 = e.V_A$$

$$\boxed{\frac{e}{m_e} = \frac{v_{max}^2}{2V_A}} \longrightarrow 1$$

عند دخول الشعاع الإلكتروني منطقة المجالين الكهربائي فإنه سوف يدخل بسرعة تساوي v_{max} فإنه سوف يتأثر بقوتين هما :



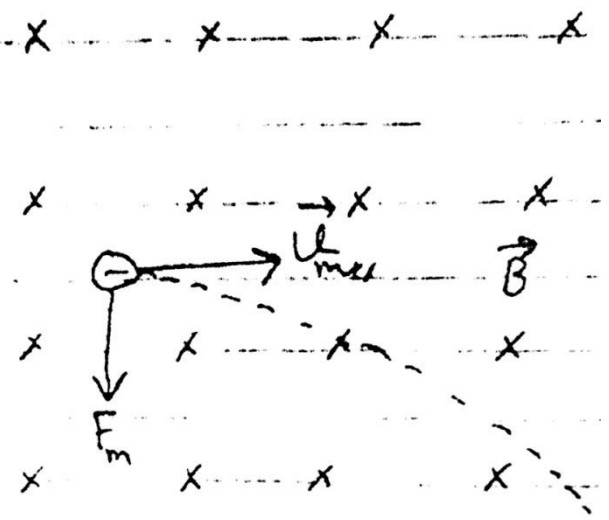
* القوة الكهربائية :

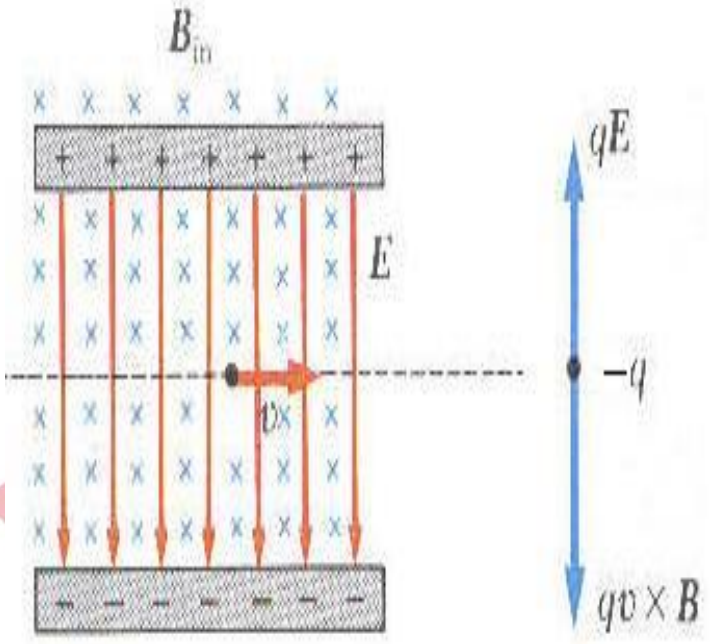
تؤثر على الإلكترون قوة كهربائية مقدارها

$$F_e = e.E$$

حيث أن :

E ☜ شدة المجال الكهربائي .





* القوة المغناطيسية :

تؤثر على الإلكترون قوة مغناطيسية مقدارها

$$F_m = e.v.B$$

حيث أن :

B ☜ شدة المجال المغناطيسي .

v ☜ سرعة الإلكترون داخل منطقة المجال .

● عند تساوي القوتين فإن الشعاع الإلكتروني يصبح في حالة اتزان ويتحرك في خط مستقيم بسرعة تساوي v_{max} التي دخل بها إلى منطقة المجالين وعندها يمكن القول أن :

$$F_m = F_e$$

$$e.v_{max}.B = e.E$$

$$\therefore \quad v_{max}.B = E$$

ومنها يمكن القول أن :

$$v_{max} = \frac{E}{B} \longrightarrow 2$$

وبالتعويض عن المعادلة 2 في المعادلة 1 نحصل على :

$$\frac{e}{m_e} = \frac{E^2}{2B^2.V_A}$$

بافتراض أن الجهد بين لوحي المجال مقداره V_b وأن المسافة بين اللوحين تساوي d فإنه يمكن حساب شدة المجال الكهربائي من العلاقة :

$$E = \frac{V_B}{d}$$

وبالتعويض في المعادلة الأخيرة نحصل على :

$$\boxed{\frac{e}{m_e} = \frac{V_b^2}{2B^2.d^2.V_A}}$$

وبالتعويض عن جميع القيم في المعادلة استطاع تومسون حساب الشحنة النسبية للإلكترون ($\frac{e}{m_e}$) ووجدها تساوي :

$$\frac{e}{m_e} = 1.76 \times 10^{11}\ C/Kg$$

إذا علمنا أن لوحي المجال والمهبط والمصعد يتصلان بنفس مصدر الجهد العالي أي أن :

$$V_A = V_b = V$$

ومنها يمكن كتابة المعادلة الأخيرة كما يلي :

$$\frac{e}{m_e} = \frac{V^2}{2B^2.d^2.V}$$

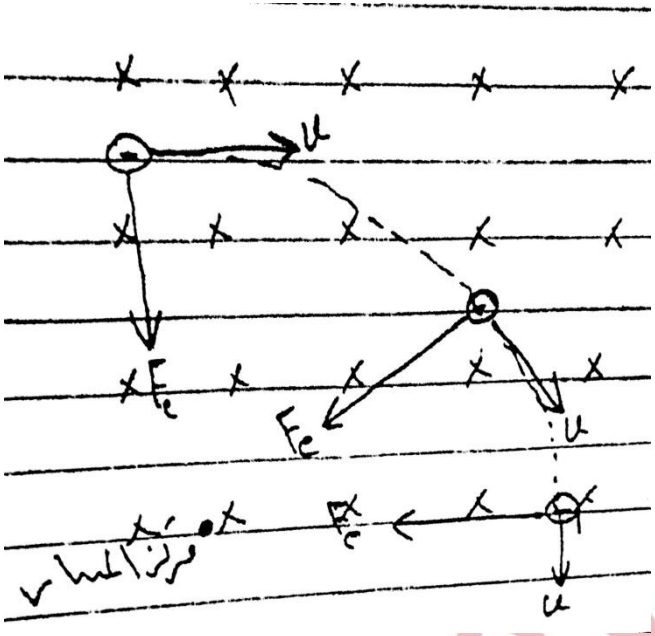
ومنها تصبح :

$$\boxed{\frac{e}{m_e} = \frac{V}{2B^2.d^2}}$$

PHYSICS GENIUS

◄ **طريقة أخرى لحساب الشحنة النسبية للإلكترون :**

عند دخول المجال المغناطيسي فقط وفي حالة عدم وجود المجال الكهربائي فإن القوة المغناطيسية تجعل الإلكترون يتحرك في مسار دائري أو جزء من مسار دائري لأن اتجاه القوة المغناطيسية يتغير مع تغير اتجاه السرعة كما في الشكل المقابل.



ونجد في الشكل أن اتجاه القوة المغناطيسية دائماً يكون في اتجاه المسار الدائري الذي يسلكه الإلكترون وبالتالي فإنه يمكن اعتبار أن القوة المغناطيسية كقوة مركزية يمكن حسابها باستخدام قانون القوة المركزية (F_c) والتي تساوي :

$$F_C = \frac{m.v^2}{r}$$

حيث أن :

☜ r **تمثل نصف قطر المسار الداري الذي يسلكه الإلكترون .**

وعندها وكما نعلم أن :

$$F_m = e.v.B$$

يمكن القول أن :

$$\frac{m.v^2}{r} = e.v.B$$

$$\frac{m.v}{r} = e.B$$

PHYSICS GENIUS

ومنها نحصل على :

$$\frac{e}{m_e} = \frac{v}{B.r}$$

واذا افترضنا أن الإلكترون يدخل إلى منطقة المجال المغناطيسي بسرعة تساوي v_{max} فإنه يمكن القول أن :

$$\boxed{\frac{e}{m_e} = \frac{v_{max}}{B.r}}$$

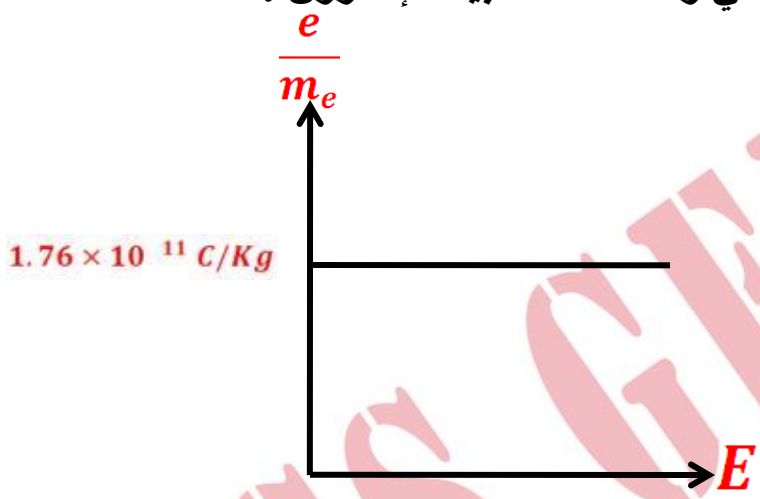
وبالتالي فإنه عند تشغيل المجال الكهربائي بين اللوحين وكان الشعاع الإلكتروني في حالة اتزان فإنه يمكن التعويض عن vmax من المعادلة 2 في المعادلة الأخير فسوف نحصل على :

$$\boxed{\frac{e}{m_e} = \frac{E}{B^2.r}}$$

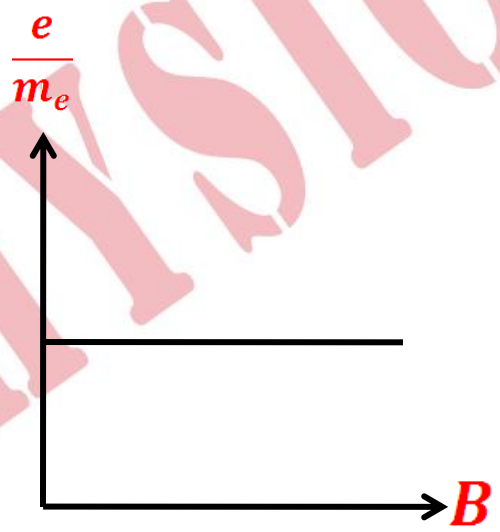
PHYSICS GENIUS

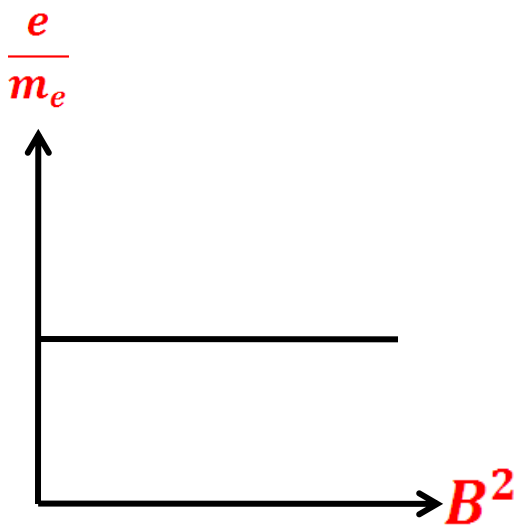
◄ بعض المنحنيات البيانية المتعلقة بتجربة تومسون :

- منحنى العلاقة بين شدة المجال الكهربائي والشحنة النسبية للإلكترون :



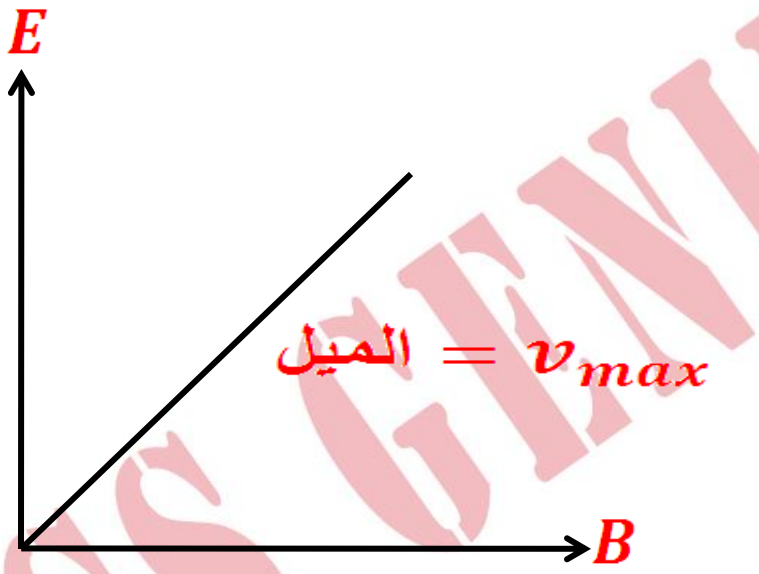
- منحنى العلاقة بين شدة المجال المغناطيسي والشحنة النسبية للإلكترون :

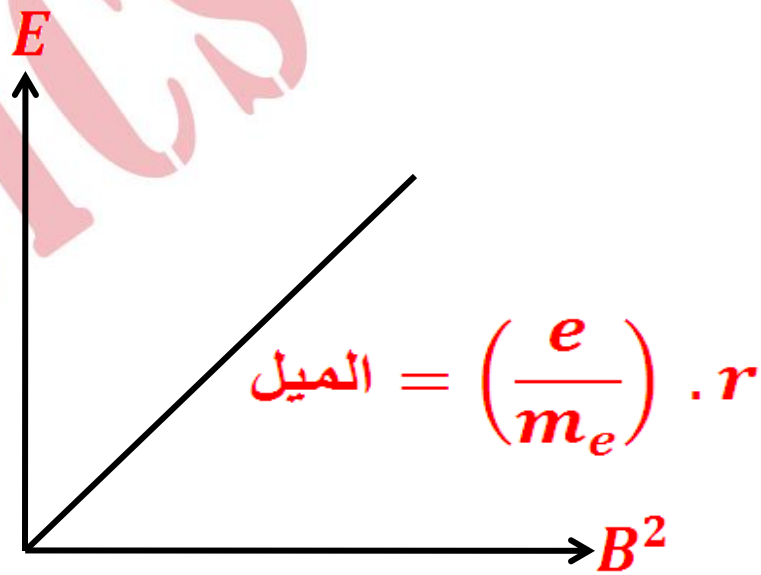




PHYSICS GENIUS

- منحنى العلاقة بين شدة المجال الكهربائي وشدة المجال المغناطيسي :



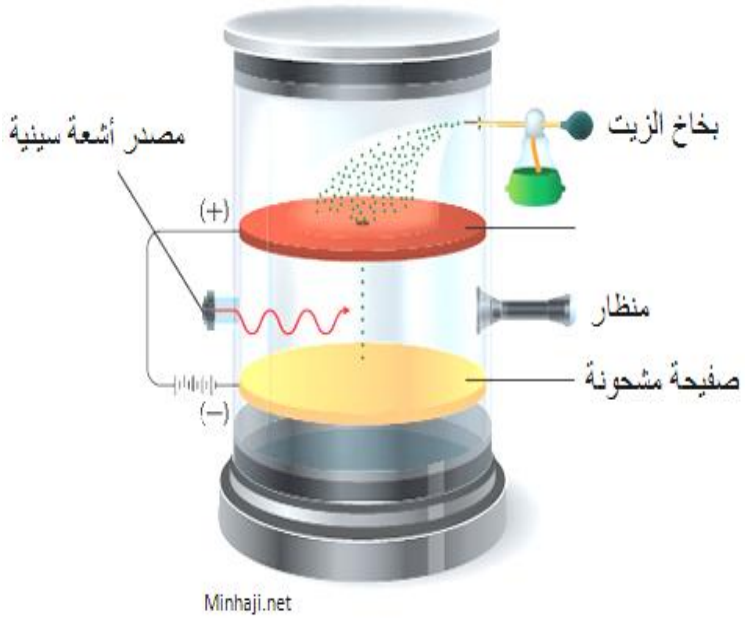


PHYSICS GENIUS

قياس شحنة الإلكترون وكتلته :

تمكن العالم ميليكان من حساب شحنة الإلكترون عن طريق تجربته الشهيرة والتي تعرف بتجربة (قطرة الزيت) ومن خلال التجربة استطاع استنتاج أن شحنة الإلكترون تساوي :

$$e = 1.6 \times 10^{-19}\ C$$



وعند التعويض في العلاقة :

$$\frac{e}{m_e} = 1.76 \times 10^{11}\ C/Kg$$

تمكن ميليكان من حساب كتلة الإلكترون كما يلي :

$$m_e = \frac{e}{1.76 \times 10^{11}}$$

$$= \frac{1.6 \times 10^{-19}}{1.76 \times 10^{11}}$$

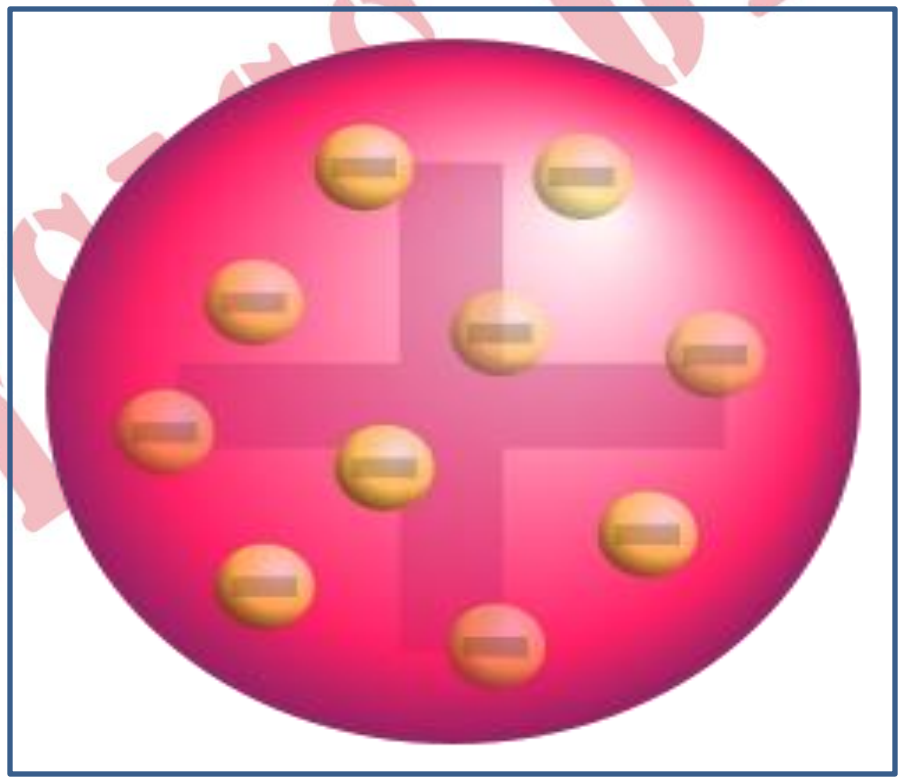
$$\therefore \quad m_e = 9.11 \times 10^{-31}\ Kg$$

النماذج الأولى للذرة

PHYSICSGENIUS

نموذج تومسون (1898 م) :

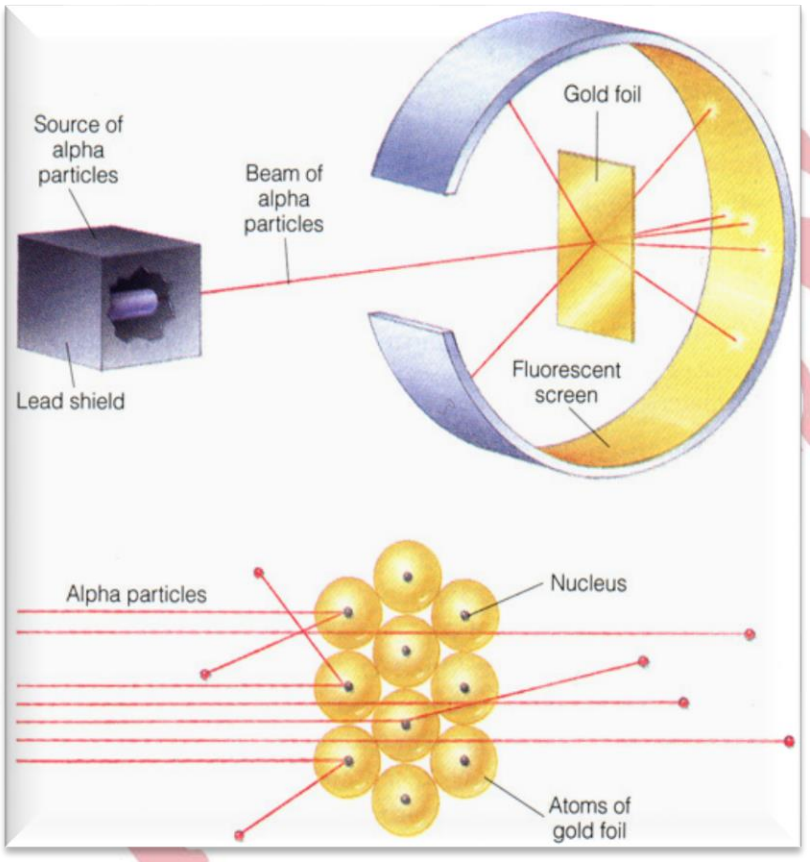
- الذرة عبارة عن كرة مصمته موجبة الشحنة وتنغمس بداخلها الإلكترونات السالبة الشحنة .
- الذرة متعادلة كهربائياً .

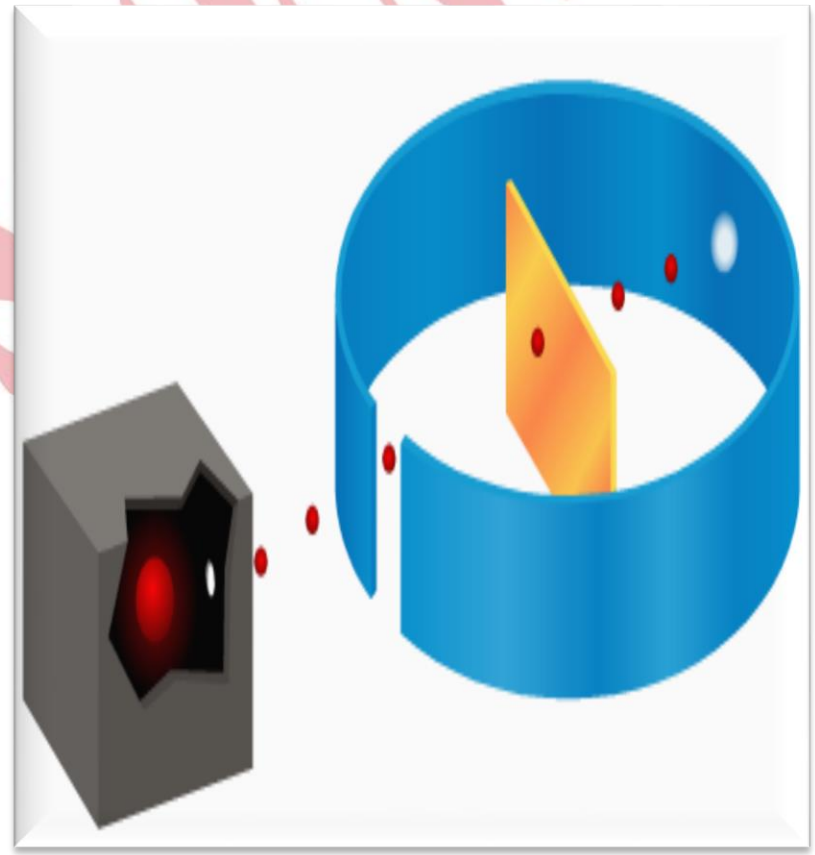


PHYSICS GENIUS

نموذج رذرفورد (1911 م) :

تجربة رذرفورد وطلابه :





الملاحظات :

1- معظم دقائق ألفا تنفذ عبر الصفيحة دون انحراف

2- القليل من دقائق ألفا تنفذ وتعاني انحراف في المسار .

3- عدد قليل جدا من دقائق ألفا ارتدت في مسارها .

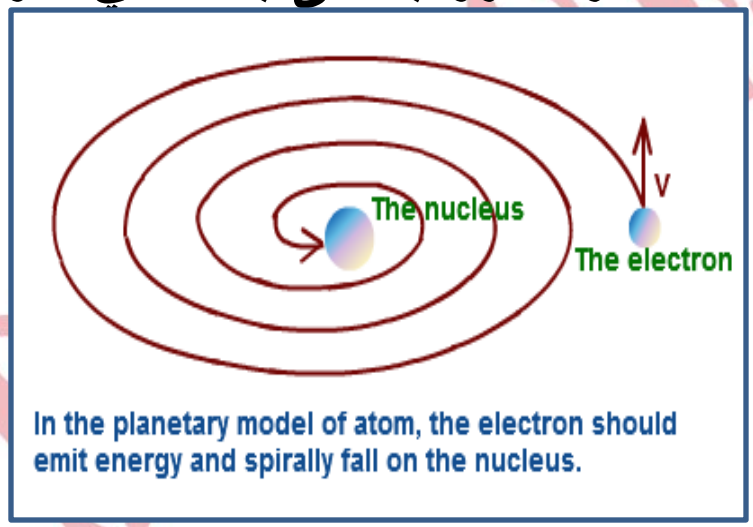
نموذج رذرفورد :

- الذرة معظمها فراغ .
- تتكون الذرة من جسم صغير يوجد في مركزها مشحون بشحنة موجبة وتتركز عليه معظم كتلة الذرة يسمى النواة .
- قطر النواة صغير جداً ولابد أن يكون في حيز 10^{-15} m إلى 10^{-14} m.
- الالكترونات تدور حول النواة بسرعة كبيرة في مدارات تشبه مدارت الكواكب حول الشمس , حتى لا تنجذب الالكترونات نحو النواة فتسقط داخلها.

PHYSICS GENIUS

عيوب نموذج رذرفورد :

1- الالكترونات بدورانها حول النواة تتسارع ولذا سوف تصدر اشعاعاً كهرومغناطيسياً يؤدي إلى تقليل طاقة حركة الالكترونات تدريجياً وعندها سوف تتغلب قوة جذب النواة على قوة الطرد المركزية ويقل نصف قطر مدار الالكرتونات تدريجيا ويتخذ مساراً حلزونياً حتى يسقط في النواة فتنهار الذرة .



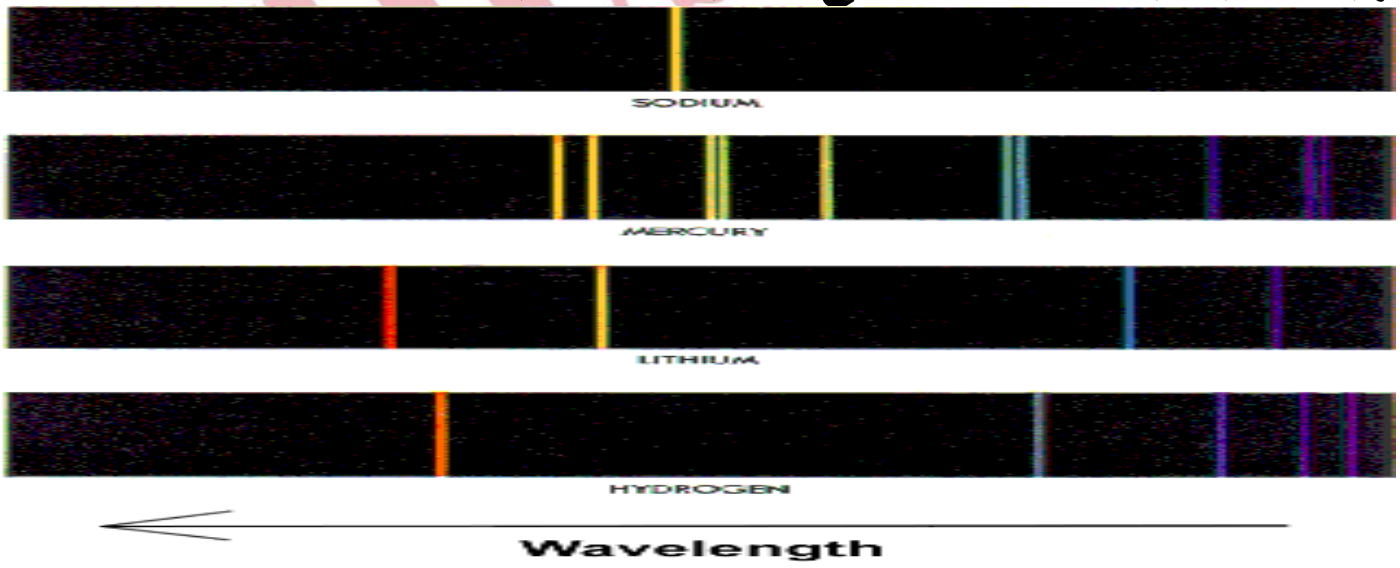
2- الاشعاع المنبعث من الالكترونات اثناء دورانها حول النواة وحسب نموذج رذرفورد يكون مستمراً يحتوي على كل الترددات الممكنة وهذا مخالف للنتائج العملية حيث اثبتت التجارب ان العناصر تشع طاقة تعطي طيفاً خطياً ذو أطوال موجيه محددة .

الأطياف الذرية :

•تعريفه :

توزيع غير مستمر للترددات والأطوال الموجية ويظهر على صورة خلفية معتمة تتخللها خطوط مضيئة تمثل الأطوال الموجية التي يحدث عندها الإنبعاث .

- **لكل عنصر طيف انبعاث خاص به يختلف عن العناصر الأخرى .**
- **يمكن ملاحظة الطيف الخطي للعناصر باستخدام جهاز يسمى كشاف أو مقياس الطيف.**
- **يصبح الطيف الخطي أكثر تعقيداً كلما ازداد العدد الذري للعناصر , لذلك فإن طيف ذرة الهيدروجين يعتبر أبسط أنواع الأطياف الخطية .**



حساب الأطوال الموجية للأطياف الخطية للعناصر :

متسلسلة ليمان :

- فيها ينتقل الإلكترون من مستوى أعلى للطاقة إلى مستوى الطاقة n = 1 .
- تقع هذه انبعاثات هذه المتسلسلة في منطقة الأشعة فوق البنفسجية .
- يمكن حساب الطول الموجي لهذه المتسلسلة من العلاقة :

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

حيث أن :

$$n = 2 , 3 , 4 , 5 , \ldots\ldots\ldots , \infty$$

$R = 1.972 \times 10^7 m$ ثابت رايدبيرج

PHYSICS GENIUS

متسلسلة بالمر :

- فيها ينتقل الإلكترون من مستوى أعلى للطاقة إلى مستوى الطاقة n = 2 .
- تقع هذه انبعاثات هذه المتسلسلة في منطقة الضوء المرئي .
- يمكن حساب الطول الموجي لهذه المتسلسلة من العلاقة :

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

حيث أن :

$$n = 3 , 4 , 5 , 6 , \ldots\ldots\ldots , \infty$$

متسلسلة باشن :

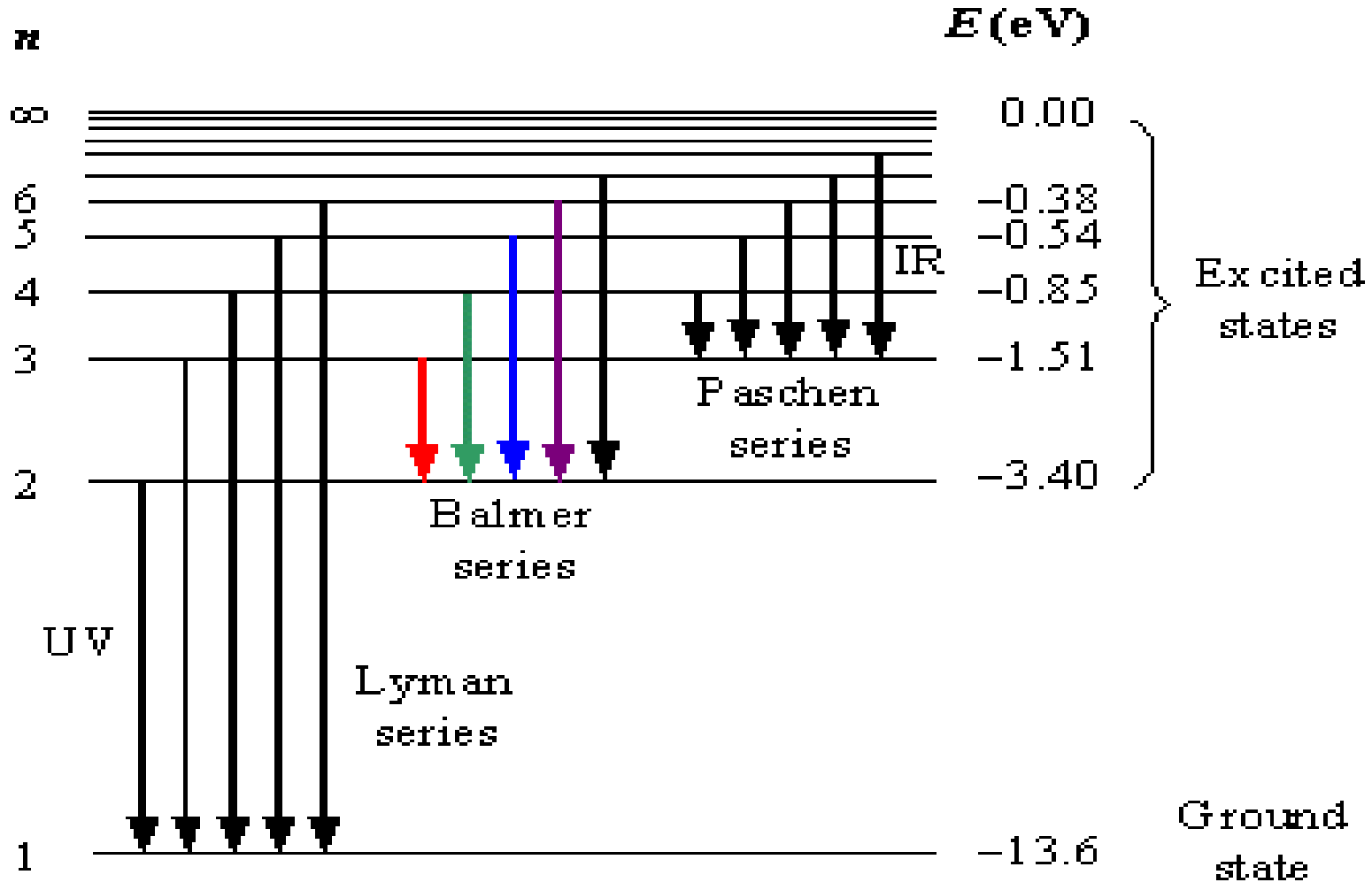
- فيها ينتقل الإلكترون من مستوى أعلى للطاقة إلى مستوى الطاقة n = 3 .
- تقع هذه انبعاثات هذه المتسلسلة في منطقة الأشعة تحت الحمراء .
- يمكن حساب الطول الموجي لهذه المتسلسلة من العلاقة :

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

حيث أن :

$$n = 4 , 5 , 6 , 7 , \ldots\ldots\ldots , \infty$$

PHYSICS GENIUS



Energy levels of the hydrogen atom with some of the transitions between them that give rise to the spectral lines indicated.

ملاحظات على المتسلسلات :

- كل خط من الخطوط في المتسلسلة يسمى بخط الانتقال .
- اقصر خط انتقال في المتسلسلة يسمى الخط الأول للانتقال والخط الذي يليه مباشرة يسمى الخط الثاني ..... وهكذا .
- كل خط انتقال للإلكترون ينبعث منه فوتون واحد وبالتالي فإن :

عدد الفوتونات = عدد الانتقالات

- اقصر خط لانتقال الالكترون يقابله أكبر طول موجي وأقل تردد ((والعكس صحيح)) .

PHYSICS GENIUS

نموذج بـور (1912-1913 م) :

فروض نموذج بور:

1- الذرة متعادلة كهربائياً وتتكون من نواة موجبة الشحنة توجد عند مركزها.

2- تدور الإلكترونات السالبة الشحنة حول النواة تحت تأثير قوة كولوم الكهربائية في مدارات دائرية ثابته ومحددة لكل منها منها مستوى طاقة محدد .

3- الإلكترون اثناء دورانه حول النواة يمتلك كمية تحرك زاوي مكممة تساوي مضاعفات صحيحة للمقدار :

$$\hbar = n.\frac{h}{2\pi}$$

حيث ان :

h تمثل ثابت بلانك .

n تمثل العدد الكمي أو رقم المدار وتساوي 1,2,3,4,5,.....

4- لكل إلكترون حول النواة طاقة معينة تتوقف على بعد المدار الذي يتحرك فيه .

PHYSICS GENIUS

5- لا يشع الإلكترون طاقة ما دام يتحرك في مداره ويحدث الإشعاع عندما يقفز الإلكترون من مدار ابعد للنواة إلى مدار أقرب ويكون مقدار ما يشعه من طاقة مساوياً لفرق الطاقة بين المدارين اللذان انتقل بينهما ويكون على هيئة كمات .

حساب نصف قطر مدار الإلكترون حول النواة :

عندما يدور الإلكترون في مداره فإنه يمتلك كمية تحرك زاوي ħ مقدارها :

$$\hbar = n.\frac{h}{2\pi}$$

نعلم أن :

$$\hbar = m_e.r^2.\omega = m_e.r^{\not 2}.\frac{v}{\not r} = m_e.v.r_n$$

بمساواة المعادلتين :

$$m_e.v.r_n = n.\frac{h}{2\pi}$$

PHYSICS GENIUS

$$v = \frac{n.h}{2\pi.m_e.r_n}$$ ——— 1

عند دوران الإلكترون حول النواة فإنه يكون تحت تأثير قوتان متساويتان في المقدار ومتعاكستان في الاتجاه هما :

1- قوة كولوم الكهربائية :

$$F_e = \frac{k.e.Q}{r_n^2}$$

حيث أن :

شحنة الإلكترون $e = 1.6 \times 10^{-19} C$

شحنة النواة $Q = Z.e$

ومنها تصبح :

$$F_e = \frac{k.Ze^2}{r_n^2}$$

PHYSICS GENIUS

2- قوة الطرد المركزية :

$$F_C = \frac{m_e . v^2}{r_n}$$

وبمساواة القوتين :

$$\frac{m_e . v^2}{r_n} = \frac{k . Ze^2}{r_n^2}$$

$$m_e . v^2 = \frac{K . Ze^2}{r_n}$$

$$\boxed{r_n = \frac{K . Ze^2}{m_e . v^2}} \quad \text{——————} 2$$

بالتعويض عن مقدار v من المعادلة رقم 1 نحصل على :

$$r_n = \frac{k . Ze^2 4\pi^2 . m_e^2 . r_n^2}{m_e . n^2 . h^2}$$

PHYSICS GENIUS

ومنها نحصل على :

$$r_n = \frac{n^2 . h^2}{K . Ze^2 4\pi^2 . m_e} \quad \text{——— 3}$$

في المعادلة أعلاه , نجد أن المقدار :

$$\frac{h^2}{K . e^2 4\pi^2 . m_e}$$

هو مقدار ثابت ويساوي نصف قطر المدار الأول لذرة الهيدروجين ومقداره :

$$5.29 \times 10^{-11}\ m$$

ويسمى نصف قطر بور ويرمز له بالرمز r_1

ومنها يمكن إيجاد نصف قطر المدار الذي يتحرك فيه الإلكترون لأي ذرة من العلاقة :

$$r_n = \frac{n^2}{Z}\ r_1$$

لأي ذرة

PHYSICS GENIUS

حساب الطاقة الكلية للالكترون في مداره :

الطاقة الكلية للالكترون في المدار n تساوي مجموع طاقتي الوضع والحركة للالكترون في نفس المدار وتساوي :

$$E_n = KE_n + PE_n$$

1- طاقة الوضع الكهربائية :

$$PE_e = -e.V$$

نعلم أن :

$$V = \frac{K.Q}{r_n} = \frac{K.Ze}{r_n}$$

إذاً :

$$PE_e = -e.\frac{K.Ze}{r_n}$$

$$\boxed{PE_e = -\frac{K.Ze^2}{r_n}} \quad \text{——4}$$

PHYSICS GENIUS

2- طاقة الحركة :

$$KE = \frac{1}{2} . m_e . v^2$$

من المعادلة رقم 2 نحصل على v^2 وتساوي :

$$v^2 = \frac{K . Ze^2}{m_e . r_n}$$

وبالتعويض عنها في معادلة طاقة الحركة نحصل على :

$$KE = \frac{1}{2} \frac{m_e . K . Ze^2}{m_e . r_n}$$

$$KE = \frac{1}{2} \frac{K . Ze^2}{r_n} \quad \text{——5}$$

PHYSICS GENIUS

بالتعويض عن طاقة الوضع من المعادلة رقم 4 وطاقة الحركة من المعادلة رقم 5 في قانون الطاقة الكلية للالكترون نحصل على :

$$E = \frac{1}{2}\frac{K.Ze^2}{r_n} - \frac{K.Ze^2}{r_n}$$

$$E = \frac{K.Ze^2}{r_n}\left(\frac{1}{2} - 1\right)$$

إذاً :

$$E = -\frac{1}{2}\frac{K.Ze^2}{r_n}$$

بالتعويض عن مقدار r_n من المعادلة :

$$r_n = \frac{n^2}{Z}\, r_1$$

نحصل على :

$$E = -\frac{1}{2}\frac{K.Z^2e^2}{n^2 r_1}$$

PHYSICS GENIUS

ومنها نجد أن المقدار $\frac{Ke^2}{2r_1}$ هو مقدار ثابت ويساوي :

$$2.178 \times 10^{-18} J = 13.6\ e.V$$

وعندها يمكن كتابة المعادلة الأخيرة للطاقة كما يلي :

$$E_n = -\frac{13.6\,Z^2}{n^2}$$

بالنسبة لذرة الهيدروجين فإن $Z = 1$ وعندها فإن طاقة المدار الأول لذرة الهيدروجين تساوي :

$$E_1 = -\frac{13.6\,(1)^2}{1^2} = -13.6\ e.V$$

وعندها يمكننا القول أن :

$$E_n = \frac{E_1 . Z^2}{n^2}$$ لأي ذرة

PHYSICS GENIUS

حسب فرض بور ((لا يشع الإلكترون طاقة ما دام يتحرك في مداره ويحدث الإشعاع عندما يقفز الإلكترون من مدار ابعد للنواة إلى مدار أقرب ويكون مقدار ما يشعه من طاقة مساوياً لفرق الطاقة بين المدارين اللذان انتقل بينهما ويكون على هيئة كمات)) ، وبالتالي فإنه إذا انتقل إلكترون من مدار بعيد عن النواة وليكن m إلى مدار قريب من النواة وليكن n فإن مقدار ما يشعه الإلكترون من طاقة يساوي :

$$\Delta E = \text{طاقة المدار الأدنى} - \text{طاقة المدار الأعلى}$$

$$\Delta E = E_m - E_n$$

نعلم أن طاقة الإلكترون الكلية في مداره تساوي :

$$E_n = \frac{E_1 . Z^2}{n^2}$$

ومنها وفي ذرة الهيدروجين عندما Z=1 نستطيع القول أن :

$$\Delta E = \frac{E_1}{m^2} - \frac{E_1}{n^2}$$

$$\Delta E = E_1 \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

PHYSICS GENIUS

$$\Delta E = -E_1 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

$$h.f = -E_1 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

$$\frac{h.c}{\lambda} = -E_1 \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{-E_1}{h.c}\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

ومنها نجد أن :

$$\frac{-E_1}{h.c} = \text{مقدار ثابت} = 1.097 \times 10^7 m^{-1} = R$$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2}\right)$$

PHYSICS GENIUS

ومنها نجد أن بور توصل إلى نفس الثابت الذي توصل إليه كل من ليمان وبالمر وباشن ليثبت مما لا يدع مجالاً للشك صحة فروضه ونجاح نظريته .

الطبيعة الموجية للمادة :

((إذا كان للضوء طبيعة جسيمية , فلماذا لا يكون للمادة طبيعة موجية ؟؟!))

هذا هو السؤال الذي طرحه العالم لويس دي برولي على نفسه في رسالته للدكتوراه , ودفعه لافتراض أن للمادة خاصية موجية كموجات الضوء , ففرض أن الجسيمات عندما تتحرك بسرعة فإن موجة تكون مصاحبة لها , وأن الطول الموجي لهذه الموجة يرتبط بكمية تحرك الجسيمات ـ كما في حالة الفوتونات ـ بالمعادلة :

$$P = \frac{h}{\lambda}$$

ومنها نجد أن الطول الموجي المصاحب للجسيمات يساوي :

$$\lambda = \frac{h}{P} = \frac{h}{m.v}$$

حيث أن h هو ثابت بلانك

λ يسمى الطول الموجي لدي برولي

PHYSICS GENIUS

استطاع العالمان دافيسون وجيرمر من إجراء تجارب عملية من خلال انتزاع إلكترونات من سطح معدن في اي انبوبة مفرغة من الهواء ولاحظا أن الإلكترونات تتحرك على شكل نبضات وقد فسر العالمان هذه النبضات على أنها نمط من السلوك الموجي , وباستخدام معادلة دي برولي تمكنا من حساب الطول الموجي لهذه النبضات .
ومنها استطاع العالمان تاكيد صحة فرضية دي برولي.

تفسير دي برولي لمدارات بور :

حتى تكون الذرة مستقرة فقد فإن الالكترونات لابد ان تدور في مدارات ثابته ومحددة ومن هنا نجد كيف ان فروض نوذج بور قد فرضت نفسها عليه ولم يكن لديه تفسير آخر على ثبات واستقرار التركيب البنائي للذرة .
لم يستطع بور ايجاد تفسير مقنع ومقبول لهذه الفروض غير عبارة ((أنها تعطي الإجابة الصحيحة)) إلى أن استطاع دي برولي من إيجاد صلة بين فروض نظريته للطول الموجي المصاحب للالكترون وفروض نظرية بور .
فقد افترض دي برولي أن الإلكترون عندما يدور في المدارت المسموح بها فإن الموجة المصاحبة له لابد أن تكون موجة موقوفة وإلا تداخلت مع بعضها تداخلاً هداماً وألغت بعضها بعضاً .
وعليه فقد افترض دي برولي أن محيط المدار المسموح به يجب أن يكون عدداً صحيحاً من الأطوال الموجية , أي أن :

PHYSICS GENIUS

$$2\pi . r_n = n . \lambda$$

حيث أن :

λ هو الطول الموجي المصاحب للإلكترون .

r_n هو نصف قطر المدار الذي يتحرك فيه الإلكترون .

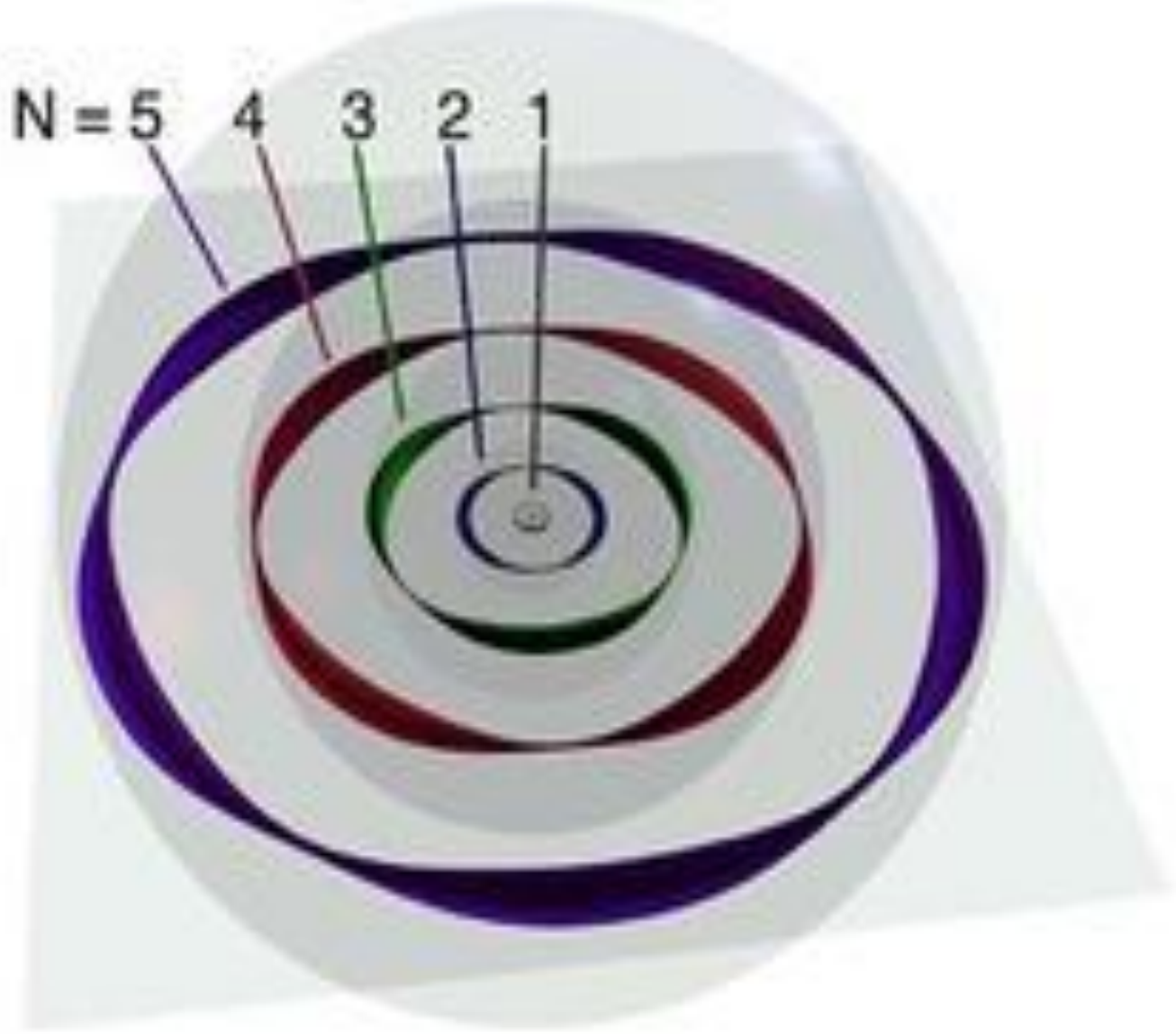
وبالتعويض في معادلة دي برولي في حساب الطول الموجي المصاحب للإلكترون نجد أن :

$$2\pi . r_n = \frac{n . h}{m . v}$$

$$m . v . r_n = \frac{n . h}{2\pi}$$

وهو نفسه الفرض الذي افترضه بور في نموذجه.

PHYSICS GENIUS


N = 5 4 3 2 1